

## Bölüm: 1

## Fizik ve Ölçme

- Uzunluk, Kütle ve Zaman Standartları
- Maddenin Yapı Taşları
- Yoğunluk
- Boyut Analizi
- Birimleri Çevirme
- Büyüklük Mertebesi Hesaplamaları ve Tahminler
- Anlamlı Rakamlar

MCR

1

## 1. GİRİŞ

Fiziğin amacı, doğal olayları yöneten sınırlı sayıda temel yasaları bulmak ve bu yasaları ilerde yapılacak deneylerin sonuçlarını öngörecektir teorilerin geliştirilmesinde kullanmaktır.

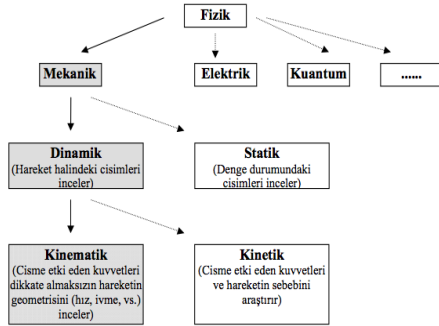
**Klasik Fizik:** 1900 yılından önce geliştirilen teoriler, kavramlar, kanunlar, klasik mekanikteki deneyler, termodinamik ve elektromanyetizma anlaşılır.

**Modern Fizik:** 19. yüzyılın sonlarına doğru başlayan ve klasik fiziğin açıklamakta eksik kaldığı fiziksel olayları açıklayan yeni teorileri kapsayan fizikteki yeni çağ. En önemli iki teori *Kuantum Mekanikliği* ve *Görelilik*'dir.

MCR

2

Klasik fizik ile modern fizik arasındaki en önemli farkı, modern fiziğin enerjinin kesikliliğini (kuantalı oluşunu) ve parçacıkların dalga özelliğini dikkate almasıdır.



MCR

3

## 1.1 Fizik ve Fiziğin Yöntemleri

Fizik doğa olaylarını ya doğrudan doğruya ya da onları bastırılmış koşullar altında tekrarlayarak araştırır. Doğal olayları çoğu kez çok karışık koşullar altında meydana gelirler. Bu gibi hallerde fizikçi gözlem ve deney ile araştırma yöntemine başvurur. Olay ayrıntılarından arındırılır ve basit bir biçimde kontrol edilebilen koşullar altında yapay olarak tekrarlanır, yani bir deney yapılır. Deney, doğaya yöneltilen bir sorudur. Deneylerin sonucunda doğaya sorulan sorulara alınan yanıtlar bir araya getirilerek, doğa olayının açıklanması mümkün olur. O halde fiziğin yöntemleri gözlem, deney, ölçüm yapmak ve matematiksel bağıntılar kurmaktır.

Fizik araştırmalarının amacı sadece ve sadece öğrenmek ve doğanın sırlarına ulaşmaya, doğanın gerçeklerine yaklaşılmaya çalışmaktır. Fizik biliminin buluşlarından faydalanmak ve buluşları pratik sonuçlara uygulamak, mühendislik bilim dallarının amaçları arasında yer alır.



Fiziğin yöntemleri gözlem, deney ölçüm yapmak ve matematiksel bağıntılar kurmaktır.

MCR

4

## 1.1.1 Klasik Fizik ve Modern Fizik

Bugünkü fiziğin araştırma yöntemlerinin ilk uygulayışı, on altıncı yüzyılın sonlarına doğru Galileo Galilei (1564-1642)'nin yaptığı sarkaç ve serbest düşme deneylerinde görülür. O zamandan yirminci yüzyılın başlarına kadar geliştirilen fizik, **KLASİK FİZİK** olarak bilinir.



Klasik fizik üç temel dalı içine alır:

- Klasik Mekanik
- Termodinamik
- Elektromanyetizma

Yirminci yüzyılın başlarından itibaren geliştirilen fiziğe **MODERN FİZİK** adı verilir.

Modern fiziğe iki önemli gelişme damgasını vurmuştur:

- Kuantum Mekanikliği
- Görelilik Kuramı

MCR

5

## 1.2 Fiziksel Nicelikler, Standartlar ve Birimler

Fizik, araştırdığı doğa olaylarına ait kanunları **FİZİKSEL NİCELİKLERLE** anlatır. Çok sayıda olan bu niceliklerin bazıları şunlardır:

- Kütle
- Uzunluk
- Zaman
- Hız
- İvme
- Kuvvet
- Sıcaklık
- Enerji
- Elektrik alan şiddeti
- Manyetik akı

Bu fiziksel nicelikler tam ve kesin şekilde tanımlanmalıdır.

Bir fiziksel niceliğin nasıl ölçüleceğinin bir kuralı ve bir birimi belirlenirse, o fiziksel nicelik tam olarak tanımlanmış olur ve böylece standart elde edilir. Kolayca anlaşılacağı gibi, fiziksel nicelikler için standart tanımlama tamamen keyfidir. Ama standardın kullanışlı, yararlı ve herkes tarafından kabul edilebilir olması gerekir.

6

### Fiziksel Nicelikler

#### Temel Fiziksel Nicelikler

uzunluk, kütle, zaman,  
sıcaklık, elektrik akımı, ışık  
şiddeti, madde miktarı

#### Türetilmiş Fiziksel Nicelikler

hız, ivme, kuvvet, iş, güç,  
yoğunluk, basınç...

Çok sayıda fiziksel nicelik olduğunu söyledik. Doğal olarak bunlar birbirleriyle ilişkilidirler. Onun için fiziksel niceliklerin bir sistem içinde düzenlenmesi gerekir. Bu düzenlemede, bazı fiziksel nicelikler **TEMEL FİZİKSEL NİCELİKLER** olarak seçilir ve geriye kalanlar temel fiziksel niceliklerden türetilir, bunlara da **TÜRETİLMİŞ FİZİKSEL NİCELİKLER** adı verilir. Türetilmiş niceliklerin tümünün en basit şekilde türetebilecek en az sayıda temel nicelik seçilir. Seçim, Uluslararası Ağırlık ve Ölçmeler Genel Konferansları'nda yapılır.

MCR 7

### 1.3 Uluslararası Birim Sistemi (SI)

1960 yılında toplanan Uluslararası Ağırlık ve Ölçmeler Genel Konferansı yedi niceliği temel nicelik olarak seçmiştir ve bu birim sistemine **Uluslararası Birim Sistemi**, kısaca (**SI**), adını vermiştir. Tablo 1'de, SI'deki temel fiziksel nicelikler, birimleri ve sembolleri verilmiştir. Tablo 1'de verilen SI temel fiziksel niceliklerinden türetilen SI türetilmiş fiziksel niceliklere bazı örnekler Tablo 2'de gösterilmiştir. Türetilmiş niceliklerin temel niceliklerden nasıl türetildiklerini ilerideki bölümlerde göreceğiz.

SI birimleri cinsinden, çok büyük veya çok küçük sayılarda ifade edilen fiziksel niceliklerin değerlerini 1'e yakın bir sayı ile büyük birim veya küçük birim cinsinden yazmak kolaylık sağlar. Örneğin dünyanın yarıçapı yaklaşık 6.400.000 metredir. Bu değer,  $6,4 \cdot 10^6 \text{ m} = 6,4 \text{ Mm}$  (megametre) şeklinde yazılır. Hidrojen atomun yarıçapı 0,00000000005 metredir. Bu değer de  $5 \cdot 10^{-11} \text{ m} = 50 \cdot 10^{-12} \text{ m} = 50 \text{ pm}$  (pikometre) şeklinde yazılır. Burada kullanılan mega ve piko gibi önekler 10'un kuvvetleri olan  $10^6$  ve  $10^{-12}$  nin adlarıdır. SI'nin üst ve alt katları Tablo 3'de verilir.

Uluslararası Birim Sistemi (SI): Tüm bilim adamlarınca ve dünyanın neredeyse bütün ülkelerinde kullanılan uluslararası olarak kabul edilmiş birim sistemidir.

MCR 8

### Uluslararası Birim Sistemi SI (Système Internationale)

7 adet temel birim:

| Boyut          | Birim    | Kısaltma |
|----------------|----------|----------|
| Zaman          | saniye   | s        |
| Uzunluk        | metre    | m        |
| Kütle          | kilogram | kg       |
| Elektrik akımı | amper    | A        |
| Sıcaklık       | kelvin   | K        |
| Işık şiddeti   | kandela  | cd       |
| Madde miktarı  | mol      | mol      |

- Metre:** Işığın boşlukta 1/299 792 458 saniyede aldığı yol.
- Saniye:**  $\text{Cs}^{133}$  atomunun belirli bir titreşim periyodunun 9 192 631 770 katı.
- Kilogram:** Paris'te BIPM kurumunda saklanan platin-iridyum alaşımı silindirin kütlesi.

MCR 9



**METRE:** Uzunluk standardıdır. Işığın boşlukta 1/299.792.458 saniyede aldığı yolun uzunluğu olarak tanımlanmıştır.


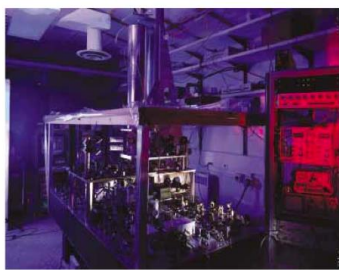


**KİLOGRAM:** Kütle standardıdır. Platin-iridyum alaşımından yapılmış silindirin kütlesi olarak tanımlanır.



**SANIYE:** Zaman standardıdır. Sesium atomunun 9.192.631.770 defa titreşim yapması için geçen zamandır.

MCR 10

(a) (b)

**Figure 1.1** (a) The National Standard Kilogram No. 20, an accurate copy of the International Standard Kilogram kept at Sèvres, France, is housed under a double bell jar in a vault at the National Institute of Standards and Technology. (b) The nation's primary time standard is a cesium fountain atomic clock developed at the National Institute of Standards and Technology laboratories in Boulder, Colorado. The clock will neither gain nor lose a second in 20 million years.

MCR 11

**Table 1.1**

| Approximate Values of Some Measured Lengths                                      | Length (m)            |
|--|-----------------------|
| Distance from the Earth to the most remote known quasar                          | $1.4 \times 10^{26}$  |
| Distance from the Earth to the most remote normal galaxies                       | $9 \times 10^{25}$    |
| Distance from the Earth to the nearest large galaxy (M 31, the Andromeda galaxy) | $2 \times 10^{22}$    |
| Distance from the Sun to the nearest star (Proxima Centauri)                     | $4 \times 10^{16}$    |
| One lightyear  | $9.46 \times 10^{15}$ |
| Mean orbit radius of the Earth about the Sun                                     | $1.50 \times 10^{11}$ |
| Mean distance from the Earth to the Moon   | $3.84 \times 10^8$    |
| Distance from the equator to the North Pole                                      | $1.00 \times 10^7$    |
| Mean radius of the Earth   | $6.37 \times 10^6$    |
| Typical altitude (above the surface) of a satellite orbiting the Earth           | $2 \times 10^5$       |
| Length of a football field   | $9.1 \times 10^1$     |
| Length of a housefly   | $5 \times 10^{-3}$    |
| Size of smallest dust particles  | $\sim 10^{-4}$        |
| Size of cells of most living organisms   | $\sim 10^{-5}$        |
| Diameter of a hydrogen atom  | $\sim 10^{-10}$       |
| Diameter of an atomic nucleus  | $\sim 10^{-14}$       |
| Diameter of a proton   | $\sim 10^{-15}$       |

**Table 1.2**

| Masses of Various Objects (Approximate Values) | Mass (kg)                |
|--|--------------------------|
| Observable Universe                            | $\sim 10^{52}$           |
| Milky Way galaxy                               | $\sim 10^{42}$           |
| Sun  | $1.99 \times 10^{30}$    |
| Earth  | $5.98 \times 10^{24}$    |
| Moon   | $7.36 \times 10^{22}$    |
| Shark  | $\sim 10^3$              |
| Human  | $\sim 10^2$              |
| Frog   | $\sim 10^{-1}$           |
| Mosquito                                       | $\sim 10^{-5}$           |
| Bacterium                                      | $\sim 1 \times 10^{-15}$ |
| Hydrogen atom                                  | $1.67 \times 10^{-27}$   |
| Electron                                       | $9.11 \times 10^{-31}$   |

MCR 12

Table 1.3

## Approximate Values of Some Time Intervals

|  | Time Interval (s)    |
|--|----------------------|
| Age of the Universe  | $5 \times 10^{17}$   |
| Age of the Earth   | $1.3 \times 10^{17}$ |
| Average age of a college student                                       | $6.3 \times 10^8$    |
| One year   | $3.2 \times 10^7$    |
| One day (time interval for one revolution of the Earth about its axis) | $8.6 \times 10^4$    |
| One class period   | $3.0 \times 10^3$    |
| Time interval between normal heartbeats                                | $8 \times 10^{-1}$   |
| Period of audible sound waves  | $\sim 10^{-3}$       |
| Period of typical radio waves  | $\sim 10^{-6}$       |
| Period of vibration of an atom in a solid                              | $\sim 10^{-13}$      |
| Period of visible light waves  | $\sim 10^{-15}$      |
| Duration of a nuclear collision  | $\sim 10^{-22}$      |
| Time interval for light to cross a proton                              | $\sim 10^{-24}$      |

MCR

13

Bilimsel yazılım, çok büyük veya çok küçük nicelikleri basitleştirerek açıklamak için kullanılır.

| Nicelik             | Bilimsel yazılım                | Ön-ek ile                             |
|---------------------|---------------------------------|---------------------------------------|
| 2 560 000 joule     | $2,56 \times 10^6 \text{ J}$    | 2,56 megajoule = 2,56 MJ              |
| 0,000 003 21 saniye | $3,21 \times 10^{-6} \text{ s}$ | 3,21 mikrosaniye = 3,21 $\mu\text{s}$ |
| 5 460 metre         | $5,46 \times 10^3 \text{ m}$    | 5,46 kilometre = 5,46 km              |

Bilimsel yazılımda sayılar şekilde gösterildiği gibi 1 ile 10 arasındaki bir sayı ile on üzerili bir sayının çarpımı olarak ifade edilirler.

Bazı hesap makinelerinde, "on üzeri" ifadesi "E" ile yazılır.  
 $6,52 \times 10^{-7}$ ,  $6,52 \text{ E-7}$  şeklinde yazılır.

| Çarpan     | Ön-Ek  | Sembol |
|------------|--------|--------|
| $10^9$     | giga-  | G      |
| $10^6$     | mega-  | M      |
| $10^3$     | kilo-  | k      |
| $10^{-2}$  | centi- | c      |
| $10^{-3}$  | mille- | m      |
| $10^{-6}$  | micro  | $\mu$  |
| $10^{-9}$  | nano-  | n      |
| $10^{-12}$ | pico-  | p      |

MCR

14

Table 1.4

## Prefixes for Powers of Ten

| Power      | Prefix | Abbreviation |
|------------|--------|--------------|
| $10^{-24}$ | yocto  | y            |
| $10^{-21}$ | zepto  | z            |
| $10^{-18}$ | atto   | a            |
| $10^{-15}$ | femto  | f            |
| $10^{-12}$ | pico   | p            |
| $10^{-9}$  | nano   | n            |
| $10^{-6}$  | micro  | $\mu$        |
| $10^{-3}$  | milli  | m            |
| $10^{-2}$  | centi  | c            |
| $10^{-1}$  | deci   | d            |
| $10^3$     | kilo   | k            |
| $10^6$     | mega   | M            |
| $10^9$     | giga   | G            |
| $10^{12}$  | tera   | T            |
| $10^{15}$  | peta   | P            |
| $10^{18}$  | exa    | E            |
| $10^{21}$  | zetta  | Z            |
| $10^{24}$  | yotta  | Y            |

MCR

15

## SI Unit vs CGS Unit

| Unit                 | symbol   | MKS (SI)               | CGS                    |
|----------------------|----------|------------------------|------------------------|
| acceleration         | a        | $\text{m/s}^2$         | Gal                    |
| capacitance          | C        | Farad (F)              | cm                     |
| electrical charge    | q        | Coulomb (C)            | esu                    |
| current              | I        | Ampere (A)             | esu/s                  |
| electrical field     | E        | V/m                    | statvolt/cm            |
| electrical potential | $V$      | Volt (V)               | statvolt               |
| energy, work         | E, W     | Joule (J)              | erg                    |
| force                | F        | Newton (N)             | dyne                   |
| inductance           | L        | Henry (H)              | $\text{s}^2/\text{cm}$ |
| length               | l, d     | meter (m)              | centimeter (cm)        |
| magnetic field       | B        | Tesla (T)              | Gauss (G)              |
| magnetic flux        | $\Phi_B$ | Weber (unit) Weber (W) | Gauss $\text{cm}^2$    |
| mass                 | m        | kilogram (kg)          | gram (g)               |
| momenta              | p        | kg m/s                 | g cm/s                 |
| power                | P        | Watt (W)               | erg/s                  |
| pressure             | P        | Pascal (Pa)            | bar                    |
| resistance           | R        | Ohm ( $\Omega$ )       | s/cm                   |
| temperature          | T        | Kelvin (K)             | Kelvin (K)             |
| time                 | t        | second (s)             | second (s)             |
| velocity             | v        | m/s                    | cm/s                   |

16

Tablo 1

| Temel Fiziksel Nicelik | Birimin Adı | Birimin Sembolü |
|------------------------|-------------|-----------------|
| Uzunluk                | Metre       | m               |
| Kütle                  | Kilogram    | kg              |
| Zaman                  | Saniye      | s               |
| Sıcaklık               | Kelvin      | K               |
| Elektrik Akımı         | Ampere      | A               |
| Işık Şiddeti           | Kandela     | Cd              |
| Maddelerin Miktarı     | Mol         | mol             |

| Türetilmiş Fiziksel Nicelik | Birimin Adı        | Birimin Sembolü | Birimin Tanımı                                      |
|-----------------------------|--------------------|-----------------|---|
| Hız                         | Metre/saniye       | $\text{m/s}$    | $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$                      |
| İvme                        | Metre/saniye kare  | $\text{m/s}^2$  | $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$                      |
| Kuvvet                      | Newton             | N               | $\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$      |
| İş                          | Joule              | J               | $\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$    |
| Güç                         | Watt               | W               | $\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-3}$    |
| Yoğunluk                    | Kilogram/metre küp | $\text{kg/m}^3$ | $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$                     |
| Basınç                      | Newton/metre kare  | $\text{N/m}^2$  | $\text{kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$ |

| $10$ 'un kuvveti | Önek  | Sembol | $10$ 'un kuvveti | Önek  | Sembol |
|------------------|-------|--------|------------------|-------|--------|
| $10^{18}$        | Ekza  | E      | $10^{-1}$        | Desi  | d      |
| $10^{15}$        | Pekta | P      | $10^{-2}$        | Senti | c      |
| $10^{12}$        | Tera  | T      | $10^{-3}$        | Mili  | m      |
| $10^9$           | Giga  | G      | $10^{-6}$        | Mikro | $\mu$  |
| $10^6$           | Mega  | M      | $10^{-9}$        | Nano  | n      |
| $10^3$           | Kilo  | k      | $10^{-12}$       | Piko  | p      |
| $10^2$           | Hekto | h      | $10^{-15}$       | Femto | f      |
| $10^1$           | Deka  | Da     | $10^{-18}$       | Atto  | a      |

Tablo 2

Tablo 3

Tablo 1'de verilen SI temel fiziksel niceliklerinden uzunluk, kütle ve zaman mekanik için yeterli. Bundan sonraki kısımda bunlara ait standartların tanımları verilecektir. Diğer temel fiziksel niceliklere ait standartlar daha sonraki bölümlerde tanımlanacaktır. Genel Fizik I ve Genel Fizik II derslerinizde, SI birim sistemi kullanılacaktır. Başka birim sistemlerinin olduğunu da unutmamak gerekir. <sup>MCR</sup>

17

## Bazı türetilmiş birimler

| nicelik | tanımı           | birimi   | kısaltması                          |
|---------|------------------|--|-------------------------------------|
| Alan    | en×boy           | (metre) <sup>2</sup>                               | m <sup>2</sup>                      |
| Hacim   | en×boy×yükseklik | (metre) <sup>3</sup>                               | m <sup>3</sup>                      |
| Hız     | yol/zaman        | metre/saniye                                       | m/s                                 |
| İvme    | hız/zaman        | metre/(saniye) <sup>2</sup>                        | m/s <sup>2</sup>                    |
| Kuvvet  | kütle×ivme       | kilogram×metre/(saniye) <sup>2</sup>               | kg · m/s <sup>2</sup>               |
| İş      | kuvvet×yol       | kilogram×metre <sup>2</sup> /(saniye) <sup>2</sup> | kg · m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> |

| Ösoktılar |          |           | Askoktılar |          |           |
|-----------|----------|-----------|------------|----------|-----------|
| adı       | kısaltma | miktarı   | adı        | kısaltma | miktarı   |
| kilo      | k        | $10^3$    | santi      | c        | $10^{-2}$ |
| mega      | M        | $10^6$    | mili       | m        | $10^{-3}$ |
| ciga      | G        | $10^9$    | mikro      | $\mu$    | $10^{-6}$ |
| tera      | T        | $10^{12}$ | nano       | n        | $10^{-9}$ |

MCR

18

## Birimleri Çevirme:

Örnek:

$$3 \text{ dak} = (3 \text{ dak})(1) = (3 \text{ dak}) \left( \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ dak}} \right) = 180 \text{ s}$$

$$180 \text{ s} = (180 \text{ s})(1) = (180 \text{ s}) \left( \frac{1 \text{ dak}}{60 \text{ s}} \right) = 3 \text{ dak}$$

Dönüşüm çarpanının birimlerinin oranı bire eşittir.

Herhangi bir niceliği bir ile çarpmak o niceliği değiştirmez.

Örnek:

5,30 inch kaç santimetre dir?

$$1 \text{ inch} = 2,540 \text{ cm}$$

$$5,30 \text{ in} = (5,30 \text{ in}) \left( \frac{2,540 \text{ cm}}{1 \text{ in}} \right) = 13,5 \text{ cm}$$

MCR

19

## Örnek:

Bir araba dakikada 1,14 milik bir süratle hareket etmektedir. Aşağıdaki dönüşüm çarpanlarını kullanarak arabanın süratini saatte kilometre (km/sa) olarak bulun.

1 mile = 5280 feet ve 1 foot = 0,3048 metre

Çözüm

$$1,14 \frac{\text{mile}}{\text{dak}} = (1,14 \frac{\text{mile}}{\text{dak}}) \left( \frac{5280 \text{ feet}}{1 \text{ mile}} \right) \left( \frac{0,3048 \text{ m}}{1 \text{ foot}} \right) \left( \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}} \right) \left( \frac{60 \text{ dak}}{1 \text{ sa}} \right)$$

$$= 110 \text{ km/sa}$$

Ya da kısaca;  $1,14 \frac{\text{mile}}{\text{dak}} = (1,14 \frac{\text{mile}}{\text{dak}}) \left( \frac{1,648 \text{ km}}{1 \text{ mile}} \right) \left( \frac{60 \text{ dak}}{1 \text{ sa}} \right) = 110 \text{ km/sa}$

MCR

20

## Maddenin Yapı Taşları

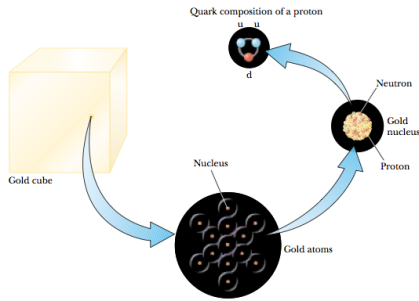


Figure 1.2 Levels of organization in matter. Ordinary matter consists of atoms, and at the center of each atom is a compact nucleus consisting of protons and neutrons. Protons and neutrons are composed of quarks. The quark composition of a proton is shown.

MCR

21

## Yoğunluk ve Atomik Kütle

Bir cismin hacimsel yoğunluğu,  $\rho$ , o cismin birim hacmindeki kütle miktarı olarak tanımlanır.

$$\text{Yoğunluk} = \frac{\text{Kütle}}{\text{Hacim}}$$

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (\text{Hacimsel yoğunluk})$$

$$\sigma = \frac{m}{A} \quad (\text{Yüzeyel yoğunluk})$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\lambda = \frac{m}{l} \quad (\text{Çizgisel yoğunluk})$$

MCR

22

Table 1.5

## Densities of Various Substances

| Substance                   | Density $\rho$ ( $10^3 \text{ kg/m}^3$ ) |
|-----------------------------|--|
| Platinum                    | 21.45                                    |
| Gold                        | 19.3                                     |
| Uranium                     | 18.7                                     |
| Lead                        | 11.3                                     |
| Copper                      | 8.92                                     |
| Iron                        | 7.86                                     |
| Aluminum                    | 2.70                                     |
| Magnesium                   | 1.75                                     |
| Water                       | 1.00                                     |
| Air at atmospheric pressure | 0.0012                                   |

MCR

23

1 Karbon atomunun kütlesi = 12 atomik kütle birimi (u)  
 $1 \text{ u} = 1,66054 \times 10^{-27} \text{ kg}$

Bir maddenin bir molü, 12 gram karbon-12 izotopunda bulunan atomlardaki bir çok parçacığın (atomlar, moleküller ve diğer parçacıklar) madde miktarı kadar madde içerir.

MCR

24

**Example:**

A solid cube of aluminum (density  $2.70 \text{ g/cm}^3$ ) has a volume of  $0.200 \text{ cm}^3$ . It is known that  $27.0 \text{ g}$  of aluminum contains  $6.02 \times 10^{23}$  atoms. How many aluminum atoms are contained in the cube?

**Solution**

$$m = \rho V = (2.70 \text{ g/cm}^3)(0.200 \text{ cm}^3) = 0.540 \text{ g}$$

$$\frac{m_{\text{sample}}}{m_{27.0 \text{ g}}} = \frac{kN_{\text{sample}}}{kN_{27.0 \text{ g}}} \rightarrow \frac{m_{\text{sample}}}{m_{27.0 \text{ g}}} = \frac{N_{\text{sample}}}{N_{27.0 \text{ g}}}$$

$$\frac{0.540 \text{ g}}{27.0 \text{ g}} = \frac{N_{\text{sample}}}{6.02 \times 10^{23} \text{ atoms}}$$

$$N_{\text{sample}} = \frac{(0.540 \text{ g})(6.02 \times 10^{23} \text{ atoms})}{27.0 \text{ g}}$$

$$= 1.20 \times 10^{22} \text{ atoms}$$

25

**Boyut Analizi**

Boyut, bir fiziksel niceliğin doğasını belirler. Mekanığın temel nicelikleri olan uzunluğu, kütle ve zamanı belirtmek için sırasıyla L, M ve T sembolleri kullanılır. C bir fiziksel nicelik ise, boyutu [C] sembolü ile gösterilir.

| Nicelikler | Boyut Sembolü |
|------------|---------------|
| Uzunluk    | L             |
| Kütle      | M             |
| Zaman      | T             |

Bir eşitliği türetmek veya kontrol etmek durumunda kaldığımız zaman, boyut analizi bize yardımcı olacaktır.

MCR

26

**Boyut Analizi:**

Bir niceliğin boyutu onun ölçülecek olan özelliğidir.

Mesafeler için, uzunluk ölçeriz. → Mesafenin boyutu = uzunluk  
Periyot için, zaman ölçeriz. → Periyotun boyutu = zaman

Herhangi bir nicelik farklı birimlerle ölçülebilir olmasına rağmen, bu nicelik sadece tek bir boyuta sahiptir. Mesela, bir mesafe metre veya feet ile ölçülebilir. Ancak mesafenin boyutu tek ve özeldir = uzunluk.

Fizik-1 de tüm nicelikler üç boyutla açıklanabilir. Bunlar:

Uzunluk (L)  
Zaman (T)  
Kütle (M)

Köşeli parantez [ ] niceliğin boyutunu belirtmek için kullanılır.

[ivme] ivmenin boyutunu belirtmek içindir [sürat] =  $\frac{\text{Uzunluk}}{\text{Zaman}} = \frac{L}{T}$   
[mesafe] = Uzunluk = L

[sadece sayı] = 1

Boyutları 1 olan nicelikler **boyutsuz** nicelikler olarak adlandırılır.

[açı] = 1

[trigonometrik fonksiyonun sonucu] = 1

MCR

27

**Örnek:**

Bir eşitliğin her iki tarafındaki terimler aynı boyuta sahip olmalıdır.

Kabul edilebilir

$$v = a t$$

$$[v] = \frac{L}{T} \quad [a] = \frac{L}{T^2} \quad [t] = \frac{L}{T}$$

Eşitliğin her iki tarafı da aynı boyutta.

Kabul edilemez

$$v = x t$$

$$[v] = \frac{L}{T} \quad [x] = L \quad [t] = L T$$

Eşitliğin her iki tarafı da farklı boyutta.

Verilen

x = uzaklık [x] = L

t = zaman [t] = T

v = hız [v] =  $\frac{L}{T}$

a = ivme [a] =  $\frac{L}{T^2}$

MCR

28

**Örnek:**

Bir eşitliğin her iki tarafındaki terimler aynı boyuta sahip olmalıdır.

Kabul edilemez

$$[alan] = L^2$$

$$[\theta r] = 1 L = L$$

Eşitliğin her iki tarafı da farklı boyutta.



Kabul edilemez

$$[hacim] = L^3$$

$$[\pi r^2] = 1 L^2 = L^2$$

Verilen

r = yarıçap [r] = L

[alan] = [uzunluk<sup>2</sup>] = L<sup>2</sup>

$\theta = \frac{s}{r}$

[θ] =  $\frac{[uzunluk]}{[uzunluk]} = 1$

[hacim] = [uzunluk<sup>3</sup>] = L<sup>3</sup>

MCR

29

**Örnek:**

Farz edelim ki x mesafesi, a ivmesi ve t zamanı terimleri cinsinden aşağıdaki gibi verilmiştir.

$$x = k a^n t^m$$

Burada k boyutsuz bir sabittir. m ve n yi bulun.

**Çözüm**

Eşitliğin her iki tarafı da aynı boyutta olmalı.

$$[x] = L$$

$$[k a^n t^m] = (1) \left( \frac{L}{T^2} \right)^n T^m = L^n T^{m-2n}$$

$$\left. \begin{array}{l} L = L^n T^{m-2n} \\ n = 1 \\ m - 2n = 0 \end{array} \right\} \rightarrow \begin{array}{l} L = L^1 T^{m-2} \\ m - 2 = 0 \\ m = 2, n = 1 \end{array}$$

$$x = k a t^2$$

$$x = \frac{1}{2} a t^2$$

MCR

30



**Örnek:**

Farz edelim ki düzgün bir  $v$  sürati ile  $r$  yarıçaplı bir yörüngede hareket eden bir parçacığın  $a$  ivmesi aşağıdaki gibi verilmiştir.  
 $a = k v^n r^m$ ,  
 Burada  $k$  boyutsuz bir sabittir.  $m$  ve  $n$  yi bulun.

**Çözüm**

Eşitliğin her iki tarafı da aynı boyutta olmalı.

$$[a] = \frac{L}{T^2}$$

$$[k v^n r^m] = (1) \left( \frac{L}{T} \right)^n L^m = \frac{L^{n+m}}{T^n}$$

$$\left. \begin{aligned} n &= 2 \\ n + m &= 1 \end{aligned} \right\} \frac{L}{T^2} = \frac{L^{n+m}}{T^n}$$

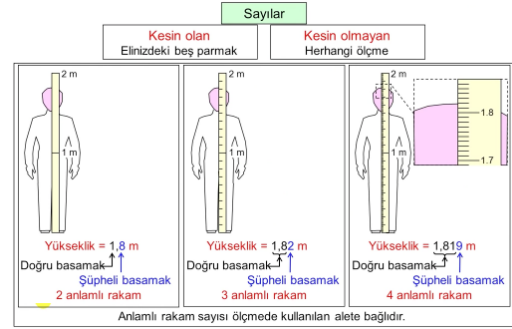
$$m = 1 - n = -1$$

$$a = k \frac{v^2}{r}$$

$$a = mv^2/r$$

MCR

31

**Anlamlı Rakamlar:**

MCR

32

Anlamlı rakam sayıda bir basamaktır.

15,07 Bu sayı 4 anlamlı rakama sahiptir.

En küçük anlamlı rakam en sağdaki anlamlı rakamdır.

10,68 Burada 8 en küçük anlamlı rakamdır.

Sıfırtam sayısını takip eden tüm **ardışık sıfırlar** anlamlı rakam değildir.

0,00064 Bu sayı 2 anlamlı rakama sahiptir.

Sıfırdan farklı tam sayının sağında kalan ondalık kısmındaki tüm sıfırlar anlamlı rakamdır.

12,000

Bu sayı 5 anlamlı rakama sahiptir.

MCR

33

Herhangi bir sayının ondalık basamak kısmında 5 ve 5 in sağında da ondalık sayıların devamı var ise tüm bu rakamlar kaldırılarak 5 in solundaki sayı 1 arttırılır yani sayı yukarı yuvarlanır. Sayının ondalık kısmında 5 yok ise 5 den büyük olan ilk ondalıklı rakamın sağında kalan tüm rakamlar yok edilir bu son 5 den büyük olan rakamda da herhangi bir değişiklik olmaz böylelikle sayı aşağıya yuvarlanmış olur.

$$\begin{array}{r} \text{Yukarı Yuvarlama} \\ 2,36\mathbf{5}02 = 2,37 \\ \uparrow \\ 5 \text{ veya daha büyük} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{Aşağı Yuvarlama} \\ 80,76\mathbf{4}93 = 80,76 \\ \uparrow \\ 5 \text{ den küçük} \end{array}$$

MCR

34

**Toplama-Çıkarma:**

Nicelikler toplandığında veya çıkartıldığında, sonuç ifadesinin ondalıklı basamak sayısı işleme giren niceliklerden hassasiyeti en büyük olanının ondalıklı basamak sayısı ile aynı olmalıdır.

|  |   |
|--|---|
| $\begin{array}{r} \text{Hassasiyet } 1/10 \\ 9,1 \\ \text{Hassasiyet } 1/1000 \\ + 7,265 \\ \hline 16,4 \\ \text{Hassasiyet } 1/10 \text{ olmalı} \end{array}$ | <p>Hesap makinesi 16,365 i verir.</p> <p>9,1 hassasiyeti en büyük olan sayı olduğu için sonuç ifadesinin ondalık basamak sayısı da hassasiyeti en büyük olan sayının kadar olacak şekilde ondalık basamak yuvarlanır.</p> |
|--|---|

|   |  |
|---|--|
| $\begin{array}{r} \text{Hassasiyet } 1/100 \\ 1,02 \\ \text{Hassasiyet } 1/10000 \\ - 0,9743 \\ \hline 0,05 \\ \text{Hassasiyet } 1/100 \text{ olmalı} \end{array}$ | <p>Hesap makinesi 0,0457 i verir.</p> <p>1,02 hassasiyeti en büyük olan sayı olduğu için sonuç ifadesinin ondalık basamak sayısı da hassasiyeti en büyük olan sayının kadar olacak şekilde ondalık basamak yuvarlanır.</p> |
|---|--|

MCR

35

- Toplama ve çıkarmada, ondalık basamak sayısı en az olan korunur:

$$3.2339 + 5.4 = 8.6339 = 8.6$$

$$9.12 - 5.4317 = 3.6883 = 3.69$$

MCR

36

**Çarpma-Bölme:**

Nicelikler çarpıldığında veya bölündüğünde sonuç ifadesinin anlamlı rakam sayısı, en az anlamlı rakam sayısına sahip olan çarpanın anlamlı rakam sayısına eşit olmalıdır.

$$2,31563 \times 0,25 = 0,58$$

Hesap makinesi 0,578908 i verir.

6 anlamlı rakam

2 anlamlı rakam

Cevabınızı iki anlamlı rakama yuvarlamalısınız.

$$2,751 \div 3,22 = 0,854$$

Hesap makinesi 0,854348 i verir.

4 anlamlı rakam

3 anlamlı rakam

Cevabınızı üç anlamlı rakama yuvarlamalısınız.

MCR

37

- Çarpma ve bölmede, anlamlı hane sayısı en az olan korunur:

$$3.4567 \times 2.7 = 9.33309 = 9.3$$

$$15.67 \times 0.00012 = 0.0018804 = 0.0019$$

MCR

38

**Örnek:**

Ortalama bir insan hayatı süresince kalp atışı sayısını hesaplayınız.

**Çözüm**

Bir insanın ortalama yaşam süresi  $\approx 70$  yıl

Dakikada kalp atışı ortalaması  $\approx 70$  atım

Bir yıldaki gün sayısı = 365 gün  $\approx 400$  gün

Bir gündeki saat sayısı = 24 saat  $\approx 20$  saat

Bir saatteki dakikaların sayısı = 60 dakika

Bir insanın yaşamı süresince kalp atışlarının sayısı  $\approx$

$$(70 \frac{\text{atım}}{\text{dak}}) \times (60 \frac{\text{dak}}{\text{sa}}) \times (20 \frac{\text{sa}}{\text{gün}}) \times (400 \frac{\text{gün}}{\text{yıl}}) \times (70 \frac{\text{yıl}}{\text{yaşam}}) = 2 \times 10^8 \frac{\text{atım}}{\text{yaşam}}$$

Bu hesaplamayı birde detaylı hesaplama ile karşılaştır

$$(70 \frac{\text{atım}}{\text{dak}}) \times (60 \frac{\text{dak}}{\text{sa}}) \times (24 \frac{\text{sa}}{\text{gün}}) \times (365 \frac{\text{gün}}{\text{yıl}}) \times (70 \frac{\text{yıl}}{\text{yaşam}}) = 2.5 \times 10^8 \frac{\text{atım}}{\text{yaşam}}$$

Kabul edilebilir

MCR

39



MCR

40